

09/869213

PCT/EP99/08862

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

REC'D 17 DEC 1999

WIPO PCT

EP 99 / 8862
k

Bescheinigung

Die STEAG MicroTech GmbH in Pliezhausen/Deutschland hat eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Vorrichtung und Verfahren zum Behandeln von Substraten"

am 22. Dezember 1998 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig die Symbole H 01 L und C 25 D der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 17. November 1999

Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

W. Maier

Zeichen: 198 59 466.6



PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

Vorrichtung und Verfahren zum Behandeln von Substraten

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Behandeln von Substraten, insbesondere von Halbleiterwafern. Derartige Vorrichtungen sind in der Technik zahlreich bekannt. Dabei ist es auch bekannt, über eine Vielzahl von Düsen ein Behandlungsfluid auf einen Halbleiterwafer zu leiten, wobei alle Düsen in gleicher Weise mit dem Behandlungsfluid beaufschlagt werden.

Dabei ergibt sich jedoch das Problem, daß der Verbrauch des Behandlungsfluids relativ groß ist, da über alle Düsen dieselbe Menge an Behandlungsfluid eingeleitet wird. Bei weiter außen liegenden Düsen, insbesondere im Randbereich eines Wafers wird dabei in überflüssiger Weise viel Behandlungsfluid verbraucht. Darüber hinaus sind die auf diesen Vorrichtungen laufenden Prozesse relativ langsam.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, den Medienverbrauch sowie Behandlungszeiten zu reduzieren.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Vorrichtung zum Behandeln von Substraten, insbesondere von Halbleiterwafern, mit wenigstens einer im wesentlichen zentrisch zum Substrat angeordneten ersten Düse und einer Vielzahl von separat ansteuerbaren zweiten Düsen gelöst. Über die im wesentlichen zentrisch angeordnete erste Düse wird eine gleichmäßige, radial nach außen strömende Fluid-

NOV 11 1990

schicht auf dem Substrat erzeugt, die über ein über die separat ansteuerbaren zweiten Düsen eingeleitetes Fluid verändert werden kann, um eine für die Behandlung optimierte Strömung zu erzeugen. Dadurch kann der Behandlungsvorgang beschleunigt und der Verbrauch des Behandlungsfluids reduziert werden.

Vorteilhafterweise ist die erste Düse senkrecht auf das Substrat gerichtet, so daß ein eingeleitetes Strömungsmittel am Substrat um 90° abgelenkt wird und eine gleichmäßige, nach außen strömende Fluidschicht auf dem Substrat bildet. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die erste Düse eine einzelne Punktdüse, um Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Düsen zu vermeiden, und dadurch eine besonders gleichmäßige Fluidschicht auf dem Substrat zu erzeugen.

Für eine gute, kontrollierte Veränderung der durch die erste Düse erzeugten Fluidströmung, bilden die zweiten Düsen wenigstens eine Düsengruppe, die entlang einer vorgegebenen Kontour, insbesondere einer Geraden verläuft. Vorzugsweise sind sechs Düsengruppen dieser Art vorgesehen.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung erstrecken sich die Geraden, auf denen die Düsengruppen ausgebildet sind, tangential zu der ersten Düse. Durch Erzeugen einer tangentialen Strömung eines Fluids bezüglich der radial nach außen strömenden Fluidschicht, welche durch die erste Düse erzeugt wird, kann eine bevorzugte, spiralförmig nach außen gerichtete Strömung

mung erzeugt werden. Dies könnte beispielsweise auch durch eine Spiralförmige Kontour erreicht werden.

5 Dabei sind die zweiten Düsen im wesentlichen senkrecht zu der Geraden gerichtet, um das Fluid im wesentlichen in Umfangsrichtung einzuleiten. Vorzugsweise ist wenigstens eine der zweiten Düsen zu einer Mittelachse der ersten Düse gerichtet. Um eine gute Tangentialkomponente zu erzeugen, sind die zweiten Düsen unter einem Winkel kleiner 90° und vorzugsweise unter einem Winkel von 45° auf das Substrat gerichtet. Vorteilhafterweise sind die zweiten Düsen Punktdüsen.

15 Gemäß einer besonders vorteilhaften Ausführung der Erfindung sind die erste Düse und die zweiten Düsen mit unterschiedlichem Druck beaufschlagbar, wodurch über die zweiten Düsen eine optimale Einstellung der durch die erste Düse erzeugten nach außen strömende Fluidschicht erfolgen kann. Über die eingeleitete Fluidmenge kann beispielsweise die Steigung der spiralförmig nach außen gerichteten Strömung verändert und damit der Behandlungsvorgang optimal eingestellt werden.

25 Gemäß einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind die erste Düse und die zweiten Düsen mit unterschiedlichen Fluids beaufschlagbar. Indem nur über die zentrierte erste Düse ein Behandlungsfluid eingeleitet wird und über die zweiten Düsen ein separates im wesentlichen nur die Strömung von der ersten Düse einstellendes Fluid eingeleitet wird, kann der Verbrauch des Behandlungsfluids wesentlich reduziert werden.

11.11.1990

Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist für einen Spülvorgang über die erste Düse Spülfluid einleitbar.

5

Zur Bildung einer kombinierten Behandlungs-/Trocknungsvorrichtung ist an die erste Düse vorzugsweise ein Vakuum anlegbar. Wenn über die erste Düse zunächst eine Behandlungsflüssigkeit auf das Substrat geleitet wurde, kann dieses tröpfchenweise an zu der Düse führenden Leitungen bzw. der Düse selbst anhaften. Bei einer folgenden Trocknung könnten diese Tröpfchen aus der Leitung bzw. der Düse entweichen, was den Trocknungsvorgang erheblich beeinträchtigen würde. Ein derartiges Entweichen wird durch ein an die erste Düse angelegtes Vakuum verhindert.

10

15

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist über die zweiten Düsen ein Gas einleitbar, welches, ohne die Eigenschaften eines Behandlungsfluids zu verändern, die Strömung des Behandlungsfluids optimal einstellen kann. Des weiteren kann das über die zweiten Düsen eingeleitete Gas zur Trocknung des Substrats nach einer vorhergehenden Behandlung verwendet werden.

20

25

Bei einer weiteren Ausführungsform sind die ersten und zweiten Düsen in einem gemeinsamen Grundkörper angeordnet. Um eine gute Trennung der ersten Düse und den zweiten Düsen zu gewährleisten, ist ein die erste Düse aufweisender Einsatz in den Grundkörper einsetzbar.

30

Für eine besonders kostengünstige und einfache Ausführungsform der Erfindung sind die zweiten Düsen in einer Düsenplatte des Grundkörpers ausgebildet und über einen vorzugsweise ringförmigen Fluidraum unterhalb der Düsenplatte ansteuerbar.

Vorteilhafterweise weist der Grundkörper eine die Düsen-
platte umgebende und gegenüber dieser tiefer liegende
Fläche auf, in der Bohrungen zur Aufnahme von Abstands-
10 haltern. Die Abstandshalter dienen zur Abstandsein-
stellung eines über der Vorrichtung angeordneten Sub-
strathalters. Vorteilhafterweise sind die Abstandshalter
verstellbar.

15 Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Er-
findung ist am Grundkörper ein Überlaufkragen vorgesehen,
der eine Fluidströmung entlang einer Außenseite eines das
Substrat tragenden Substratträgers, insbesondere zur
Trocknung desselben, ermöglicht. Um diese Fluidströmung
20 zu unterstützen, ist am bzw. im Überlaufkragen wenigstens
eine nach innen gerichtete Düse vorgesehen. Bei einer
besonders vorteilhaften Ausführungsform ist die wenig-
stens eine Düse im Überlaufkragen schräg nach oben
gerichtet, um die durch die ersten und zweiten Düsen
25 erzeugte Strömung zu unterstützen. Vorteilhafterweise ist
eine Vielzahl von über den Umfang des Überlaufkragens
verteilten Düsen vorgesehen, um eine gleichmäßige
Fluidströmung am Außenumfang eines Substrathalters zu
erzeugen.

Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist wenigstens ein Ablauf in dem Überlaufkragen vorgesehen, um vor einem Trocknungsvorgang des Substrats und/oder eines Substratträgers Behandlungsflüssigkeit aus dem Überlaufkragen abzulassen. Vorteilhafterweise ist ein den Grundkörper umgebendes Becken vorgesehen, um Behandlungsflüssigkeiten aufzufangen.

Vorzugsweise weist die Vorrichtung einen Substrathalter und eine Einrichtung zum Leiten eines Fluids, insbesondere einer Spülflüssigkeit in Kontakt mit einer Außenseite eines Substrathalters auf, um diesen ggf. zu reinigen.

Die zuvor genannte Aufgabe wird auch durch ein Verfahren zum Behandeln von Substraten, insbesondere Halbleiterwafern, gelöst, das das Leiten eines Fluids auf eine zu behandelnde Oberfläche des Substrats über wenigstens eine im wesentlichen zentrisch zum Substrat angeordnete erste Düse und das Leiten eines Fluids auf die zu behandelnde Oberfläche des Substrats über eine Vielzahl von separat angesteuerten zweiten Düsen aufweist. Bei diesem Verfahren ergeben sich dieselben Vorteile wie bei der zuvor genannten Vorrichtung, insbesondere eine Beschleunigung eines Behandlungsvorgangs und einen reduzierten Verbrauch des Behandlungsfluids.

Bevorzugte Ausgestaltungen des Verfahrens ergeben sich aus den untergeordneten Verfahrensansprüchen, bei denen sich dieselben Vorteile, wie oben ausgeführt, ergeben.

Die Erfindung wird nachstehend anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die Figuren beschrieben. Es zeigen:

- 5 Fig. 1 eine schematische Schnittansicht durch eine Be-
 handlungsvorrichtung der vorliegenden Erfindung
 entlang der Linie B-B in Fig. 2;
- Fig. 2 eine Querschnittsansicht der erfindungsgemäßen
 Behandlungsvorrichtung entlang der Linie A-A in
10 Fig. 1;
- Fig. 3 eine schematische Draufsicht auf die erfin-
 dungsgemäße Behandlungsvorrichtung;
- Fig. 4 eine vergrößerte Detailansicht eines Schnitts
 durch eine Düse entlang der Linie C-C in Fig.
15 3; und
- Fig. 5 eine Querschnittsansicht ähnlich zu Fig. 2 ei-
 nes alternativen Ausführungsbeispiels der Er-
 findung;
- 20 Fig. 6 eine Querschnittsansicht einer alternativen
 Ausführungsform der erfindungsgemäßen Behand-
 lungsvorrichtung.

Die Erfindung wird zunächst anhand der Figuren 1 bis 4
erläutert, welche eine erste Ausführungsform der Erfin-
25 dung darstellen. Fig. 2 zeigt eine Querschnittsansicht
einer Spül- und Trocknungsvorrichtung 1 der vorliegenden
Erfindung. Oberhalb der Spül- und Trocknungsvorrichtung 1
ist ein Halbleiterwafer 2 tragender Substrathalter
3 angeordnet. Der Substrathalter 3 besteht aus einem
30 Oberteil 5 und einem ringförmigen Unterteil 6, wobei der

1801102990

Wafer 2 zwischen dem Oberteil 5 und dem Unterteil 6 eingeklemmt ist.

5 Um Wiederholungen zu vermeiden, wird für den näheren Aufbau des Substrathalters 3 auf die am selben Tag wie die vorliegende Anmeldung eingereichte Anmeldung mit der Anmeldenummer und dem Titel "Substrathalter" derselben Anmelderin Bezug genommen, die insofern zum Gegenstand der vorliegenden Erfindung gemacht wird.

10

Die Spül- und Trocknungsvorrichtung 1 weist einen Grundkörper 10 auf. Der Grundkörper 10 weist ein Ringglied 11 auf. Auf einer Oberfläche des Ringglieds sind drei Vertiefungen 12 mit jeweiligen Bohrungen vorgesehen. Die

15

Vertiefungen 12 bzw. die Bohrungen dienen als Aufnahme für Stellschrauben 13 welche sich in Öffnungen des Unterteils 6 des Substrathalters 3 erstrecken und als Auflage dienen. Über die Stellschrauben 13 kann die Höhe und Ausrichtung des über der Spül- und Trocknungsvor-

20

richtung 1 befindlichen Substrathalters eingestellt und ggf. auch verändert werden. Eine Veränderung der Höhe ist z.B. zweckmäßig, um für das Trocknen und das Spülen unterschiedliche Abstände vorzusehen. Dabei ist darauf zu achten, daß ein auf dem Unterteil 6 des Substrathalters 3 liegender Wafer nicht mit anderen Elementen der Spül- und Trocknungsvorrichtung 1 in Kontakt kommt, wenn das Unterteil 6 auf den Stellschrauben 13 aufliegt. Anstelle von Stellschrauben 13 könnten auch verschiebbare Zylinder, Spindeln etc. verwendet werden.

25

30



An einer Innenseite des Ringglieds 11 ist ein Flansch 14 ausgebildet, dessen Innenseite mit einer Innenseite des Ringglieds 11 fluchtet. Der Flansch 14 erstreckt sich von dem Ringglied 11 nach oben. Ein äußerer Übergang des Ringglieds 11 zu dem Flansch 14 ist rund ausgebildet, und die Außenseite des Flansches 14 bildet im oberen Bereich eine nach innen gerichtete Schräge 15. Der runde Übergang und die Schräge 15 bilden zusammen mit dem Oberteil 6 des Substrathalters 3 einen im wesentlichen gleichförmigen Strömungskanal, wenn sich der Substrathalter 3 in der in Fig. 2 gezeigten Position befindet.

Am oberen Ende des Flansches 14 weist der Grundkörper 10 eine sich im wesentlichen senkrecht zu dem Flansch 14 nach innen erstreckende Düsenplatte 17 auf, in der - wie nachfolgend noch in größerer Einzelheit beschrieben wird - eine Vielzahl von Düsen 18 ausgebildet ist. Die Düsenplatte 17 weist eine Mittelöffnung auf. Im Bereich der Mittelöffnung ist ein sich senkrecht und nach unten bezüglich der Düsenplatte 17 erstreckender Flansch 20 vorgesehen. Der Flansch 20 definiert eine Mittelöffnung des gesamten Grundkörpers 10.

Zwischen dem Flansch 20, der Düsenplatte 17 und einer Innenseite des Flansches 14 bzw. des Ringgliedes 11 wird ein nach unten geöffneter Ringraum 22 gebildet.

Die Unterseite des Ringraums 22 wird durch eine ringförmige Anschlußplatte 25 mit Öffnungen 26 abgeschlossen. Wie in Fig. 2 zu sehen ist, weisen das Ringglied 11 und der Flansch 20 zum Ringraum weisende Ausnehmungen auf,

die jeweils eine Schulter zur Anlage der Anschlußplatte 25 bilden. Die Anschlußplatte 25 wird mittels einer Schweißung 27 bzw. 28 an dem Ringglied 12 und dem Flansch 20 gehalten.

5

Im Bereich der Öffnungen 26 der Anschlußplatte 25 sind Anschlußstutzen 30 angeschweißt, die mit nicht näher dargestellten Leitungen verbunden werden, um ein Fluid in den Behandlungsraum 22 einzuleiten.

10

In der durch den Flansch 20 gebildeten Mittelöffnung ist ein Einsatz 35 mit einem Anschlußstutzen 36 angeordnet.

15

Der Einsatz 35 kann durch eine Schweißung, eine Schraubverbindung oder eine sonstige geeignete Verbindung in der Mittelöffnung befestigt sein. Eine Stirnseite 37 des Einsatzes 35 fluchtet mit einer Oberseite der Düsenplatte 17. In der Mitte dieser Stirnfläche 37 des Einsatzes 35 ist eine Düse 38 vorgesehen, die über nicht näher dargestellte Verbindungen mit dem Anschlußstutzen 36 in Verbindung steht.

20

Der Anschlußstutzen 36 wird mit einer nicht näher dargestellten Leitung verbunden, um eine Spülflüssigkeit durch die Düse 38 zu leiten bzw. um - wie nachfolgend noch näher beschrieben wird - ein Vakuum an die Düse 38 anzulegen.

25

Wie am besten in Fig. 1 zu erkennen ist, sind die in der Düsenplatte 17 ausgebildeten Düsen 18 jeweils entlang einer Geraden ausgebildet, welche tangential zu der zentrierten Düse 38 des Einsatzes 35 verlaufen. Insgesamt sind sechs Düsengruppen vorgesehen, die sich entlang jeweiliger Geraden erstrecken. Jede Düsengruppe weist sechs

30



Düsen 18 auf. Die Anordnung und Anzahl der Düsengruppen sowie der Düsen 18 pro Gruppe kann sich je nach Bedarf von der dargestellten Anzahl unterscheiden. So können sich die Düsen beispielsweise entlang einer gekrümmten oder sonstigen Kontur angeordnet sein.

Auch die in Fig. 1 und 2 dargestellten Abstände der Düsen 18, insbesondere bezüglich der zentrierten Düse 38 des Einsatzes 35, können von der Darstellung abweichen. Die radial am weitesten innen liegenden Düsen 18 der Düsengruppen sind möglichst nahe an der zentrierten Düse 38 des Einsatzes 35 angeordnet, obwohl der Abstand in Fig. 1 relativ groß erscheint.

In Fig. 3 ist eine schematische Draufsicht auf die Spül- und Trocknungsvorrichtung 1 der vorliegenden Erfindung dargestellt. In der Fig. 3 ist schematisch die Strömungsbeziehung der durch die zentrierte Düse 38 erzeugten Strömung bezüglich der durch die Düsen 18 erzeugten Strömung dargestellt. Von der Düse 38 geht eine gleichmäßige, radial nach außen gerichtete Strömung aus, wie durch die Pfeile 40 in Fig. 3 dargestellt ist. Von den Düsen 18 geht jeweils eine quer zu der erwähnten Radialströmung gerichtete Strömung aus, wie durch die Pfeile 42 angedeutet ist. Durch das Zusammenwirken der durch die Pfeile 40 angezeigten Radialströmung mit der durch die Pfeile 42 angezeigten quer dazu verlaufenden Strömung ergibt sich eine spiralförmig nach außen verlaufende Strömung, wie durch die Pfeile 44 in Fig. 3 angedeutet ist.

Um die quer zu der Radialströmung verlaufende Strömung zu erzeugen, sind die Düsen 18 jeweils unter einem Winkel von 90° bezüglich der Geraden, entlang derer sie ausgebildet sind, gerichtet. Ferner bilden sie einen Winkel von kleiner 90° zu einer Oberfläche 48 der Düsenplatte 17, d. h. daß die durch die Düsen 18 eine Fluidströmung mit einem Winkel von kleiner 90° auf den darüber befindlichen Wafer leiten. Der Winkel beträgt bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel 45° . Es ist aber auch denkbar, irgendeinen anderen Winkel, der kleiner als 90° ist, auszuwählen, um die quer zu der Radialströmung verlaufende Strömung zu erreichen.

Während des Betriebs der zuvor beschriebenen Spül- und Trocknungsvorrichtung 1 wird zunächst der einen Wafer 2 tragende Substrathalter 3 in eine über der Vorrichtung befindliche Behandlungsposition bewegt. Anschließend wird über die zentrisch angeordnete Düse 38 eine Spülflüssigkeit, wie z. B. Wasser, auf den darüber befindlichen Halbleiterwafer 2 geleitet. Der Strahl wird am Wafer 2 um 90° abgelenkt und bildet eine gleichmäßige, radial nach außen strömende Wasserschicht auf dem Wafer 2 (siehe Pfeile 40 in Fig. 3). Gleichzeitig wird über die Düsen 18 tangential zu der radial strömenden Wasserschicht Gas, wie z. B. N_2 oder CDA (d. h. saubere Trockenluft), zugeführt (siehe Pfeile 42 in Fig. 3). Durch die radiale Strömung des Wassers in Zusammenarbeit mit der tangentialen Strömung des Gases wird eine spiralförmig nach außen gerichtete Strömung (siehe Pfeile 44 in Fig. 3) erzeugt. Über die zugeführte Gasmenge kann die Steigung des Spiralbildes verändert und der Spülvorgang optimal

eingestellt werden. Eine Optimierung des Spülvorgangs kann auch durch Einstellen des Abstands zwischen dem Wafer 2 und der Düsenplatte 17 erfolgen.

- 5 Bei einem anschließenden Trocknungsvorgang wird über den Anschluß 36 ein Vakuum an die zentrierte Düse 38 angelegt. Über die Düsen 18 wird weiterhin Gas eingeleitet.
 An die zentrierte Düse 38 wird ein Vakuum angelegt, damit.....
 keine in den Leitungen anhaftenden Wassertröpfchen durch
 10 die Düse 38 entweichen. Dabei ist das Vakuum an der zen-
 trierten Düse 38 gerade stark genug, um einem Vakuum ent-
 gegen zu wirken, welches von außen durch die Gasströmung
 durch die Düsen 18 an der Düse 38 angelegt wird. Das von
 innen angelegte Vakuum ist aber nicht stark genug, um
 15 eine wesentliche Strömung des von den Düsen 18 ausge-
 stoßenen Gases in die Düse 38 zu bewirken. Die durch die
 Düsen 18 erzeugte Gasströmung erzeugt im Bereich der Düse
 38 Verwirbelungen, so daß auch dort eine Trocknung des :
 darüber befindlichen Substrats 2 erfolgt. Über die Durch-
 20 flußmenge des Gases und den Abstand zwischen dem Substrat
 2 und der Düsenplatte 17 kann der Trocknungsvorgang opti-
 mal eingestellt werden. Nach erfolgter Trocknung wird das
 Oberteil 5 des Substrathalters 3 angehoben, um den Zu-
 griff auf den nunmehr frei auf dem Unterteil 6 liegenden
 25 Wafer 2 freizugeben. In dieser Position wird der Wafer 2
 durch einen Handhabungs-Roboter aus dem Substrathalter 3
 entnommen und durch einen neuen, unbehandelten ersetzt.
 Der Substrathalter 3 wird wieder geschlossen und ist für
 eine neue Behandlung bereit.

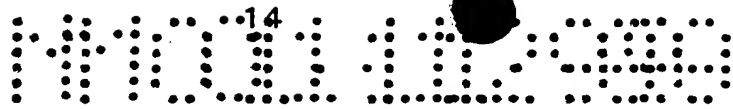


Fig. 5 zeigt eine weitere Ausführungsform der Erfindung,
die der ersten Ausführungsform im wesentlichen gleicht.
In Fig. 5 werden - soweit dies angebracht ist - dieselben
Bezugszeichen verwendet, wie bei dem zuvor beschriebenen
5 Ausführungsbeispiel gemäß den Fig. 1-4.

Die Spül- und Trocknungsvorrichtung gemäß Fig. 5 unter-
scheidet sich von dem zuvor beschriebenen Ausführungsbei-
spiel darin, daß an einem äußeren Rand des Ringelements
10 11 ein Überlaufkragen 50 vorgesehen ist, der entweder
einstückig mit dem Ringglied 11 ausgebildet ist, oder ein
separates Bauteil ist, welches auf geeignete Weise mit
dem Ringglied 11 verbunden ist. In dem Überlaufkragen ist
ein steuerbarer Abfluß 52 zum Ablassen von Behandlungs-
15 fluid ausgebildet.

Zwischen einer Innenseite des Überlaufkragens 50, einer
Oberseite des Ringglieds 11 und einer Außenseite des
20 Flansches 14 wird ein nach oben geöffneter Ringraum 53
gebildet, in den von oben das Unterteil 6 des Substrat-
halters 3 eingeführt werden kann, wie in Fig. 5 zu sehen
ist. In der in Fig. 5 gezeigten Position wird zwischen
dem Substrathalter und dem Grundkörper 10 ein Strömungs-
kanal gebildet. Dieser Strömungskanal erstreckt sich auch
25 zwischen einer Innenseite des Überlaufkragens und einer
Außenseite des Substrathalters, insbesondere einer Außen-
seite des Unterteils 6. In dem Überlaufkragen 50 sind
schräg nach oben gerichtete, nach innen weisende Düsen 55
vorgesehen, über die ein Fluid wie z.B. eine Spülflüssig-
30 keit oder ein Trocknungsgas Gas in den Strömungskanal
zwischen dem Überlaufkragen und dem Substrathalter ein-

geleitet werden kann. Die Anzahl und Ausrichtung der Düsen 55 im Überlaufkragen 50 richtet sich nach dem jeweiligen Bedarf. So könnte beispielsweise eine einzelne, nach innen gerichtete Düse vorgesehen sein. Auch ist es

5 nicht erforderlich, daß die Düsen im Überlaufkragen ausgebildet sind, da sie auch separat ausgebildet und am Überlaufkragen befestigt sein können.

10 Der Betrieb des Spül- und Trocknungsvorrichtung gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel ist im wesentlichen identisch zu dem Betrieb der Spül- und Trocknungsvorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel. Durch den Überlaufkragen 50 wird jedoch bei geschlossenem Abfluß 52 die Strömung der Spülflüssigkeit entlang der Außenseite des Substrathalters geleitet, um diesen ebenfalls zu reinigen, sofern

15 dies notwendig ist. Die entlang der Außenseite des Substrathalters nach oben gerichtete Strömung wird durch eine über die Düsen 55 erzeugte Strömung unterstützt. Nach dem Spülvorgang wird zunächst über den Abfluß 52 in

20 dem Ringraum 53 stehende Spülflüssigkeit abgelassen. Anschließend wird der Abfluß 52 wieder geschlossen und der oben beschriebene Trocknungsvorgang eingeleitet, wobei die Strömung auch entlang der Außenseite des Substrathalters verläuft, um eine Trocknung zu bewirken. Die

25 Strömung entlang der Außenseite des Substrathalters und die Trocknung des Substrathalters wird wiederum durch eine über die Düsen 55 eingeleitete Gasströmung unterstützt.

30 Die Spül- und Trocknungsvorrichtungen des ersten und zweiten Ausführungsbeispiels sind jeweils von einem nicht

dargestellten Becken umgeben, um die verwendete Spülflüssigkeit aufzufangen.

Figur 6 zeigt eine weitere Ausführungsform der Erfindung.

5 Figur 6 zeigt eine Querschnittsansicht einer Spül- und Trocknungsvorrichtung 100 der vorliegenden Erfindung.

10 Oberhalb der Spül- und Trocknungsvorrichtung 100 ist ein einen Halbleiterwafer tragender Substrathalter 103 angeordnet, dessen Aufbau und Funktion im wesentlichen dem Substrathalter 3 gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel entspricht. Der Substrathalter 103 besteht aus einem Oberteil 105 und einem Unterteil 106, wobei der Wafer zwischen dem Oberteil 105 und dem Unterteil 106 eingeklemmt ist.

15 Auf dem Oberteil 105 befindet sich ein Körper 108, dessen Form der Form des Oberteils 105 des Substrathalters 103 angepaßt ist, und der einen größeren Umfang besitzt als das Oberteil 105. Am Außenumfang des Körpers 108 ist ein sich nach unten erstreckender Flansch 109 ausgebildet, der das Oberteil 105 teilweise umgibt, wodurch dazwischen ein nach unten geöffneter Raum 110 gebildet wird.

25 In dem Körper 108 ist eine Querbohrung 112 ausgebildet, die in einem Mittelbereich des Körpers 108 mit einer Vertikalbohrung 113 in Verbindung steht. Die Vertikalbohrung steht über ein Anschlußelement 114 mit einer nicht dargestellten Leitung in Verbindung, über die ein Fluid in die Bohrung 113 und somit die Querbohrung 112 eingeleitet werden kann. Das von der Bohrung 113 entfernte Ende der Bohrung 112 steht mit einem Raum 116 in

30

110 117 108 116 118

Verbindung, der sich um den ganzen Körper 108 herum erstreckt, und der einen rechteckigen Querschnitt aufweist. In einem Boden 117 des Raums 116 ist eine Öffnung 118 ausgebildet, die den Raum 116 mit dem Raum 110 verbindet.

Somit kann im Betrieb der Vorrichtung 100 über den Anschluß 114 ein Fluid, wie zum Beispiel eine Spülflüssigkeit, in den Körper 108 eingeleitet werden, welche dann über die Bohrungen 113 und 112 zu dem Raum 116 geleitet wird. Über die Öffnung 118 tritt die Spülflüssigkeit dann in den Raum 110 aus, von wo aus sie an einer Außenseite des Substrathalters herunterläuft, um diese zu reinigen.

Die Spül- und Trocknungsvorrichtung 100 weist ferner einen Grundkörper 120 auf. Der Grundkörper 120 besitzt einen Basisteil 122, in dem eine Querbohrung 124 ausgebildet ist. Der Basisteil 122 besitzt eine Mittelöffnung 126, die einen Innenumfang 128 des Basisteils 122 definiert. An einer Innenseite des Basisteils 122 ist ein Flansch 130 ausgebildet, dessen Innenseite 132 mit dem Innenumfang 128 fluchtet. Eine Außenseite 134 des Flansches 130 bildet im oberen Bereich eine nach innen gerichtete Schräge 136.

Am oberen Ende des Flansches 130 weist der Grundkörper 120 eine sich senkrecht zu dem Flansch 130 nach innen erstreckende Düsenplatte 140 auf, in der - wie nachfolgend noch in größerer Einzelheit beschrieben wird - eine Vielzahl von Düsen 142 ausgebildet ist. In einem

- Mittelbereich der Düsenplatte ist ein sich nach unten erstreckender Düsenkörper 144 einteilig mit der Düsenplatte 140 ausgebildet. Zwischen dem Innenumfang 128 des Basisteils 122 und der Innenseite 132 des Flansches 130 einerseits und einer Außenseite des Düsenkörpers 144 andererseits wird ein nach unten geöffneter Ringraum 146 gebildet. Die Unterseite des Ringraums 146 wird durch eine ringförmige Platte 148 verschlossen. Wie in Figur 6 zu sehen ist, weist das Basisteil 122 und der Düsenkörper 144 zum Ringraum 146 weisende Ausnehmungen auf, die jeweils eine Schulter zur Anlage der Platte 148 bilden. Die Platte 148 ist an den Basisteil 122 und den Düsenkörper 144 geschweißt.
- Über die Querbohrung 124 des Basisteils 122 steht der Ringraum 146 mit einer nicht näher dargestellten Leitung in Verbindung, über die ein Fluid wie z.B. N_2 in den Ringraum 146 eingeleitet werden kann.
- In dem Düsenkörper 144 ist ein Hohlraum 150 ausgebildet, der mit einer darüber angeordneten Düse 152 in Verbindung steht. Die Düse 152 liegt auf einer Mittelachse der Düsenplatte 140 und ist senkrecht nach oben gerichtet. Der sich unter der Düse 152 befindliche Hohlraum 150 steht mit einer sich senkrecht zu der Ebene der Zeichnung erstreckenden Leitung 154 in Verbindung, die auf nicht dargestellte Art und Weise durch den Ringraum 146 zu einer Außenseite des Grundkörpers 120 geführt ist. Über die Leitung 154 kann der Hohlraum 150 und somit die Düse 152 mit einem Fluid wie z.B. einer Spül- oder Ätzflüssigkeit beaufschlagt werden. Wie oben unter Bezugnahme

19
M B 3 1 1 9 9 9

auf die Mitteldüse des ersten Ausführungsbeispiels beschrieben wurde, kann an die Düse 152 auch ein Vakuum angelegt werden.

5 In der Düsenplatte 140 sind wie oben erwähnt Düsen 142 vorgesehen, die in gleicher Weise wie die Düsen 18 in der Düsenplatte 17 des ersten Ausführungsbeispiels angeordnet
10 sind. Neben den Düsen 142 sind im Bereich des Düsenkörpers 144 zusätzliche, schräg nach innen gerichtete Düsen 156 vorgesehen, die auch mit dem Ringraum 146 in Verbindung
15 stehen. Über die Düsen 156 kann eine Fluidströmung in Richtung der Mittelachse der Düsenplatte 140 gerichtet werden, um in diesem Bereich, insbesondere bei einer Trocknung eines darüber befindlichen Substrats eine verbesserte Strömung zu erzeugen.

Am Basisteil 122 ist neben dem Flansch 130 ein weiterer
20 sich nach oben erstreckender Flansch 160 ausgebildet, der im wesentlichen dem Überlaufkragen, gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel der Figur 5 entspricht. Zwischen dem Überlaufkragen 160 und dem Flansch 130 wird ein nach oben
25 geöffneten Raum 164 gebildet. Der Raum 164 steht mit einem nicht dargestellten Auslaß in Verbindung, über den in dem Raum 164 befindliche Flüssigkeit abgelassen werden kann.

In dem Bereich der Querboreung 124 ist der Basisteil 122 breiter ausgebildet, wie auf der linken Seite in Figur 6 zu erkennen ist. In diesem Bereich ist neben dem Flansch
30 160 ein weiterer, sich von dem Basisteil 122 nach oben erstreckender Flansch 166 vorgesehen. Zwischen den

Flanschen 160 und 166 wird ein Eingriff für einen nicht dargestellten Schwenkarm zur Bewegung der Vorrichtung 100 gebildet.

5 Der Betrieb der Spül- und Trocknungsvorrichtung gleicht im wesentlichen dem oben beschriebenen Betrieb. Jedoch wird das Flüssigkeitsniveau in dem Raum 164 zu jeder Zeit unterhalb einer Oberkante des Flansches 160 gehalten, um zu verhindern, daß Flüssigkeit über den Flansch 160 hin-
10 weg strömt.

Während der Spülung eines Wafers, wird eine Außenseite des Substrathalters 103 durch Spülflüssigkeit gereinigt, welche über den Körper 108 an die Außenseite des Sub-
15 strathalters 103 geleitet wird.

Während der nachfolgenden Trocknung des Wafers wird die Spülung der Außenseite des Substrathalters 103 eingestellt. Ferner wird ein Vakuum an die mittlere Düse 152
20 angelegt und über die Düsen 142 und 156 wird eine Strömung eines Trocknungsgases wie z.B. N₂ auf den Wafer gerichtet. Dabei wird über die schräg nach innen geneigten Düsen 152 eine zu der Mittelachse der Düsenplatte gerichtete Strömung erzeugt. Hierdurch wird eine verbesserte Trocknung des der Düse 152 gegenüberliegenden
25 Bereichs des Wafers erreicht.

Obwohl die vorliegende Erfindung anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele beschrieben wurde, ist die Erfindung
30 nicht auf die speziell dargestellten Ausführungsformen beschränkt. So sind beispielsweise die Düsen 55 in dem

Überlaufkragen 50 sowie der Ablaß 52 nicht unbedingt notwendig, da die durch die Düsen 18 und 38 erzeugte Strömung ausreichen würde, um auch eine Strömung entlang der Außenseite des Substrathalters zu erzeugen. Alternativ

5 könnte auch ein Ablaß im Ringglied 11 des Grundkörpers 10 ausgebildet sein, um in dem Ringraum 53 stehende Flüssigkeit abzulassen. Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist... auch nicht auf eine Spül- und Trocknungsvorrichtung beschränkt, da sie für jede Art der Substratbehandlung, wie

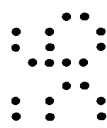
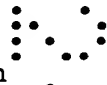
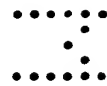
10 z.B. eine Ätzbehandlung mit einem Ätzmedium, geeignet ist, bei der auf einer Substratoberfläche eine Strömung erzeugt werden muß. Die Vorrichtung könnte als kombinierte Ätz- Spül- und Trocknungseinheit eingesetzt werden, bei der die jeweiligen Verfahren sequentiell

15 durchgeführt werden. Abhängig von der Form des Substrats kann die Vorrichtung auch eine andere als die dargestellte runde Form, wie z.B. eine Rechteckform, besitzen. Die verschiedenen dargestellten und beschriebenen Elemente der Vorrichtung können insbesondere auch jeweils

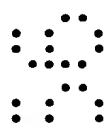
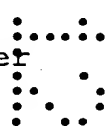
20 einzeln und unabhängig voneinander verwendet werden. Sie sind daher als unabhängige Merkmale anzusehen.

Patentansprüche

1. Vorrichtung (1;100) zum Behandeln von Substraten
(2), insbesondere von Halbleiterwafern, mit wenig-
stens einer, im wesentlichen zentrisch zum Substrat
(2) angeordneten ersten Düse (38;152) und einer
Vielzahl von bezüglich der ersten Düse separat an-
steuerbaren zweiten Düsen (18;142,144).
2. Vorrichtung (1;100) nach Anspruch 1, dadurch ge-
kennzeichnet, daß die erste Düse (38;152) senkrecht
auf das Substrat (2) gerichtet ist.
3. Vorrichtung (1;100) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch
gekennzeichnet, daß die erste Düse (38;152) eine
einzelne Punktdüse ist.
4. Vorrichtung (1;100) nach einem der vorhergehenden
Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die zweiten
Düsen (18;142,144) wenigstens eine Düsengruppe
bilden, die entlang einer vorgegebenen Kontur
verläuft.
5. Vorrichtung (1;100) nach Anspruch 4, dadurch ge-
kennzeichnet, daß die Kontour eine Gerade ist.
6. Vorrichtung (1;100) nach Anspruch 4 oder 5, gekenn-
zeichnet durch sechs Düsengruppen.



7. Vorrichtung (1;100) nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Gerade(n) tangential zu der ersten Düse (38;152) erstreckt (erstrecken).
- 5 8. Vorrichtung (1;100) nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die zweiten Düsen (18;142,144) im wesentlichen senkrecht zu der Geraden gerichtet sind.
- 10 9. Vorrichtung (1;100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine der zweiten Düsen (144) zu einer Längsachse der ersten Düse (152) gerichtet ist.
- 15 10. Vorrichtung (1;100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die zweiten Düsen (18;142,144) unter einem Winkel kleiner 90° auf das Substrat (2) gerichtet sind.
- 20 11. Vorrichtung (1;100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die zweiten Düsen (18;142,144) unter einem Winkel von 45° auf das Substrat gerichtet sind.
- 25 12. Vorrichtung (1;100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die zweiten Düsen (18;142,144) Punktdüsen sind.
- 30 13. Vorrichtung (1;100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die erste



Düse (18;152) und die zweiten Düsen (18;142,144) mit unterschiedlichem Druck beaufschlagbar sind.

- 5

14. Vorrichtung (1;100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Düse (18;152) und die zweiten Düsen (18;142,144) mit unterschiedlichen Fluids beaufschlagbar sind.
- 10

15. Vorrichtung (1;100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß über die erste Düse (18;152) Spülfluid einleitbar ist.
- 15

16. Vorrichtung (1;100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß an die erste Düse (18;152) ein Vakuum anlegbar ist.
- 20

17. Vorrichtung (1;100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß über die zweiten Düsen (18;142,144) ein Gas einleitbar ist.
- 25

18. Vorrichtung (1;100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die erste (18;152) und die zweiten Düsen (18;142,144) in einem gemeinsamen Grundkörper angeordnet (10;120) sind.
- 30

19. Vorrichtung (1;100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch einen die erste Düse (38) aufweisenden Einsatz (35), der in den Grundkörper (10) einsetzbar ist.

20. Vorrichtung (1;100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die zweiten Düsen (18;142,144) in einer Düsenplatte (17;140) des Grundkörpers (10;120) ausgebildet sind.

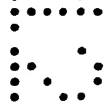
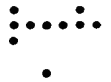
5

21. Vorrichtung (1;100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch einen Fluidraum (22;146) unterhalb der Düsenplatte (17;140).



10

22. Vorrichtung (1;100) nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß der Fluidraum (22;146) ringförmig ist.



15

23. Vorrichtung (1;100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine die Düsenplatte (17;140) umgebende und gegenüber dieser tiefer liegenden Fläche des Grundkörpers (10).



20

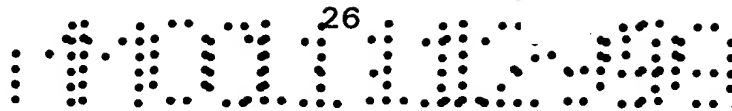
24. Vorrichtung (1;100) nach Anspruch 23, gekennzeichnet durch eine Vielzahl von Bohrungen in der Fläche des Grundkörpers (10) und eine entsprechende Anzahl von in den Bohrungen aufgenommenen Abstandshaltern (13).

25

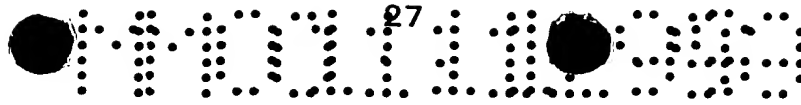
25. Vorrichtung (1;100) nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß die Abstandshalter (13) verstellbar sind.

30

26. Vorrichtung (1;100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch einen Überlaufkragen (50) am Grundkörper (10).



27. Vorrichtung (1;100) nach Anspruch 26, gekennzeichnet durch wenigstens eine nach innen gerichtete Düse (55) am Überlaufkragen (50).
- 5 28. Vorrichtung (1;100) nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, daß die wenigstens eine Düse (55) im Überlaufkragen (50) ausgebildet ist.
- 10 29. Vorrichtung (1;100) nach einem der Ansprüche 25 bis 28, gekennzeichnet durch eine Vielzahl von über den Umfang des Überlaufkragens (50) verteilte Düsen (55).
- 15 30. Vorrichtung (1;100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch wenigstens einen Ablaß (52) im Überlaufkragen (50).
- 20 31. Vorrichtung (1;100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch ein den Grundkörper (10) umgebendes Becken.
- 25 32. Vorrichtung (1;100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Einrichtung (108) zum Leiten eines Fluids auf eine Außenseite eines das Substrat tragenden Substrathalters (103).
- 30 33. Vorrichtung (1;100) nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung (108) auf dem Substrathalter (103) angeordnet ist.



34. Vorrichtung (1;100) nach Anspruch 32 oder 33, dadurch gekennzeichnet, daß das Fluid eine Spülflüssigkeit ist.
- 5 35. Verfahren zum Behandeln von Substraten (2), insbesondere Halbleiterwafern, das die folgenden Schritte aufweist:
- Leiten eines Fluids auf eine zu behandelnde Oberfläche des Substrats (2) über wenigstens eine im wesentlichen zentrisch zum Substrat angeordnete erste Düse (38;152); und
 - Leiten eines Fluids auf die zu behandelnde Oberfläche des Substrats (2) über eine Vielzahl von bezüglich der ersten Düse (38;152) separat angesteuerten zweiten Düsen (18;142,144).
- 10
- 15
- 20 36. Verfahren nach Anspruch 35, dadurch gekennzeichnet, daß das Fluid über die wenigstens eine erste Düse (38;152) senkrecht auf die Oberfläche des Substrats geleitet wird.
- 25 37. Verfahren nach Anspruch 35 oder 36, dadurch gekennzeichnet, daß das Fluid über die zweiten Düsen (18;142,144) im wesentlichen in Umfangsrichtung des Substrats (2) auf die zu behandelnde Oberfläche geleitet wird.
- 30 38. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Fluid über die zweiten Düsen (18;142,144) mit einem Winkel

kleiner 90° auf die zu behandelnde Oberfläche des Substrats (2) geleitet wird.

- 5 39. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrens-
ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Fluid
über die zweiten Düsen (18;142,144) mit einem Winkel
von 45° auf die zu behandelnde Oberfläche des Sub-
strats (2) geleitet wird.
- 10 40. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrens-
ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß über die
ersten und zweiten Düsen Fluid mit unterschiedlicher
Drücken auf die zu behandelnde Oberfläche des Sub-
strats (2) geleitet wird.
- 15 41. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrens-
ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß über die ers-
ten und zweiten Düsen unterschiedliche Fluids auf
die zu behandelnde Oberfläche des Substrats (2) ge-
leitet werden.
- 20 42. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrens-
ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß über die
erste Düse (38;152) ein Spülfluid auf die zu behan-
delnde Oberfläche des Substrats (2) geleitet wird.
- 25 43. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrens-
ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß an die erste
Düse (38;152) ein Vakuum angelegt wird.

44. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrens-
ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß über die
zweiten Düsen (18;142,144) ein Gas auf die zu
behandelnde Oberfläche des Substrats (2) geleitet
wird.

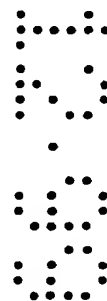
5

45. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrens-
ansprüche, gekennzeichnet durch Leiten eines Fluids
auf eine Außenoberfläche eines das Substrat (2) tra-
genden Substratträgers (3) über wenigstens eine in
einem Überlaufkragen (50) der Vorrichtung angeord-
nete Düse (55).

10

Zusammenfassung

Um bei einer Vorrichtung und einem Verfahren zum Behandeln von Substraten einen verringerten Medienverbrauch und reduzierte Behandlungszeiten vorzusehen, wird über
5 wenigstens eine im wesentlichen zentrisch zum Substrat angeordnete erste Düse ein Fluid auf eine zu behandelnde Oberfläche des Substrats geleitet, und über eine Vielzahl
10 von bezüglich der ersten Düse separat angesteuerten zweiten Düsen ein Fluid auf die zu behandelnde Oberfläche des Substrats geleitet.



1,411,990

Fig. 1

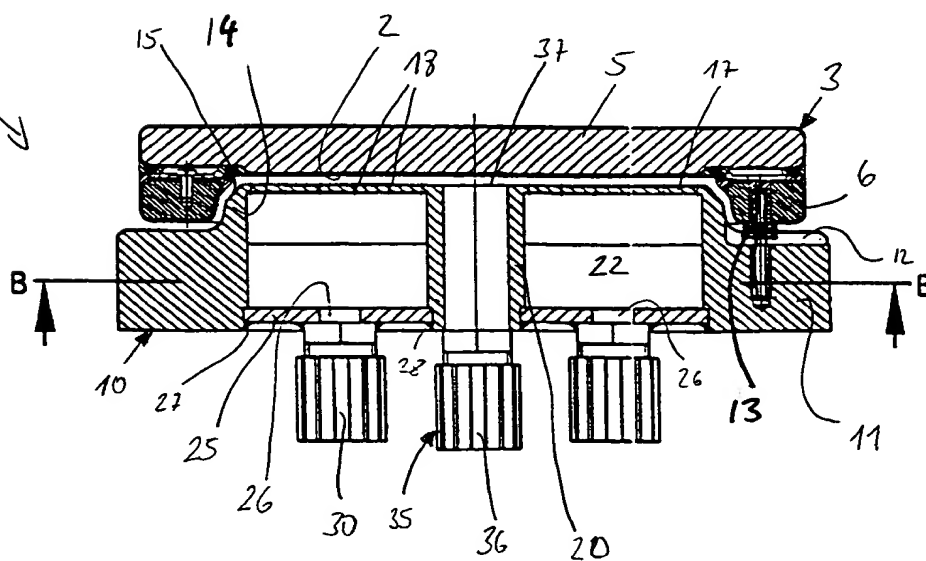
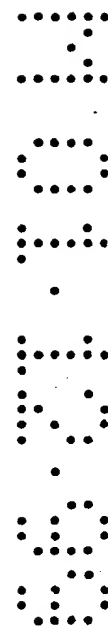
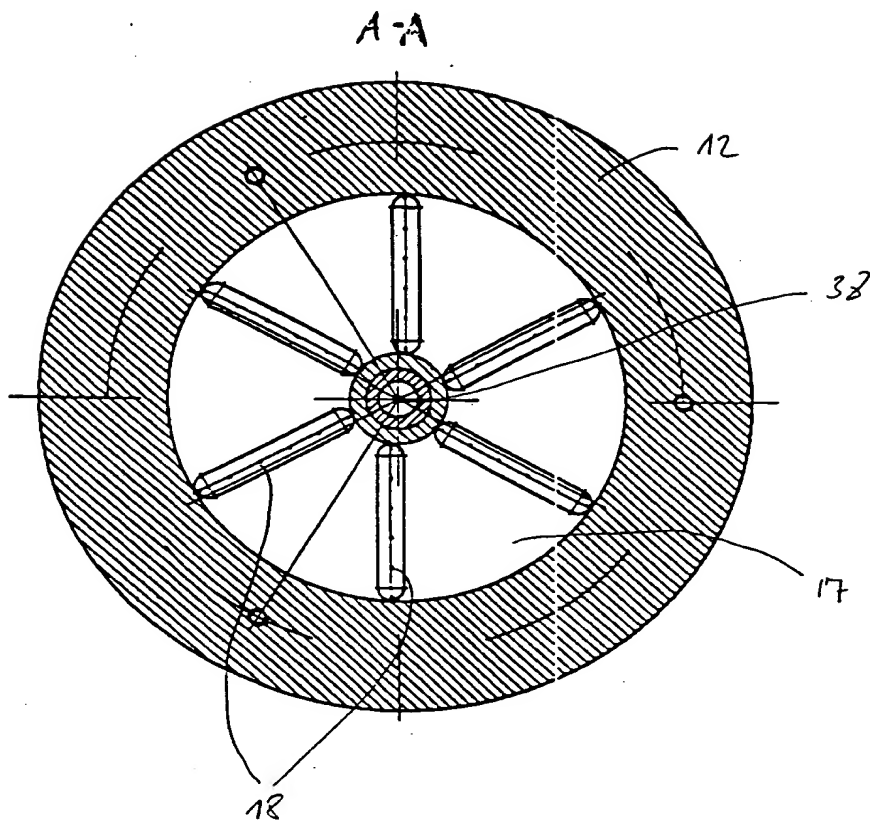


Fig. 2

2/4
1 7 0 1 1 0 2 9 0 0

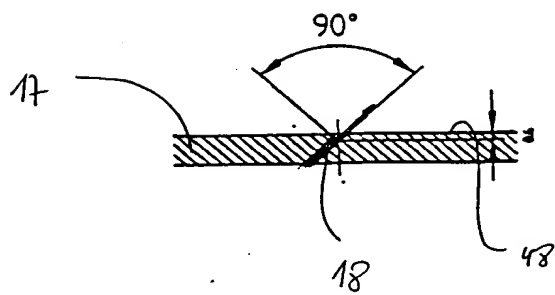


Fig. 4

3
0
1
0
0
0

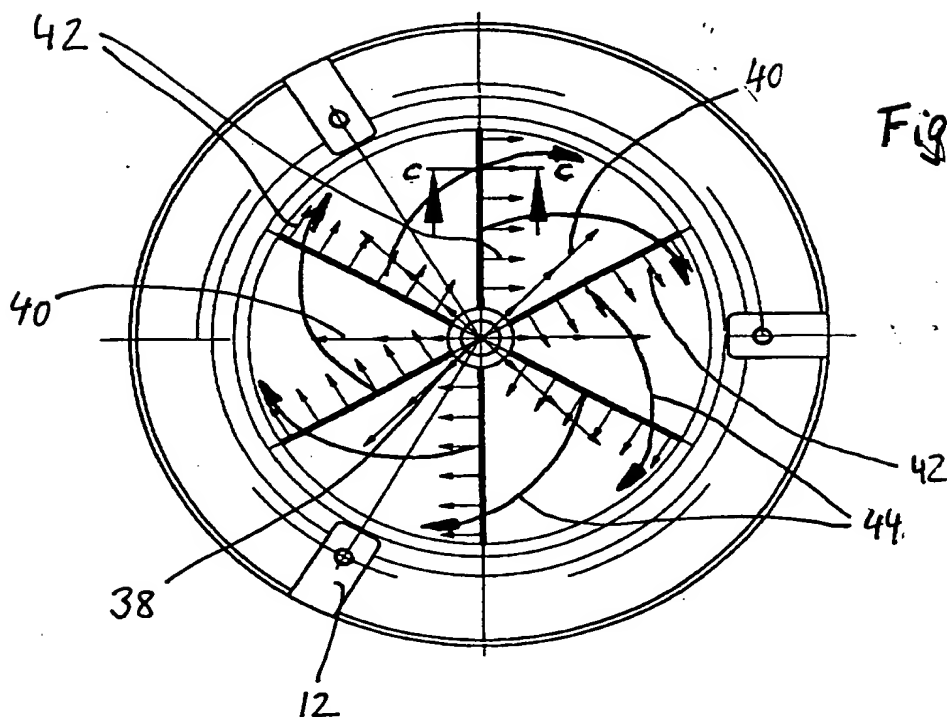
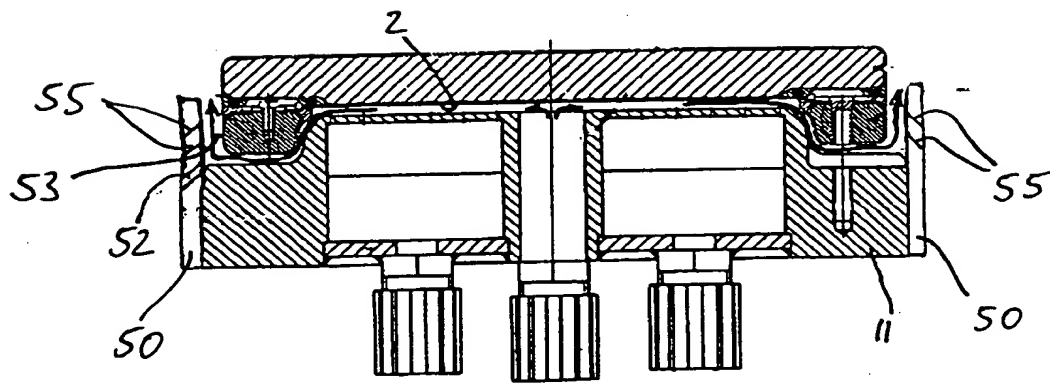


Fig. 3

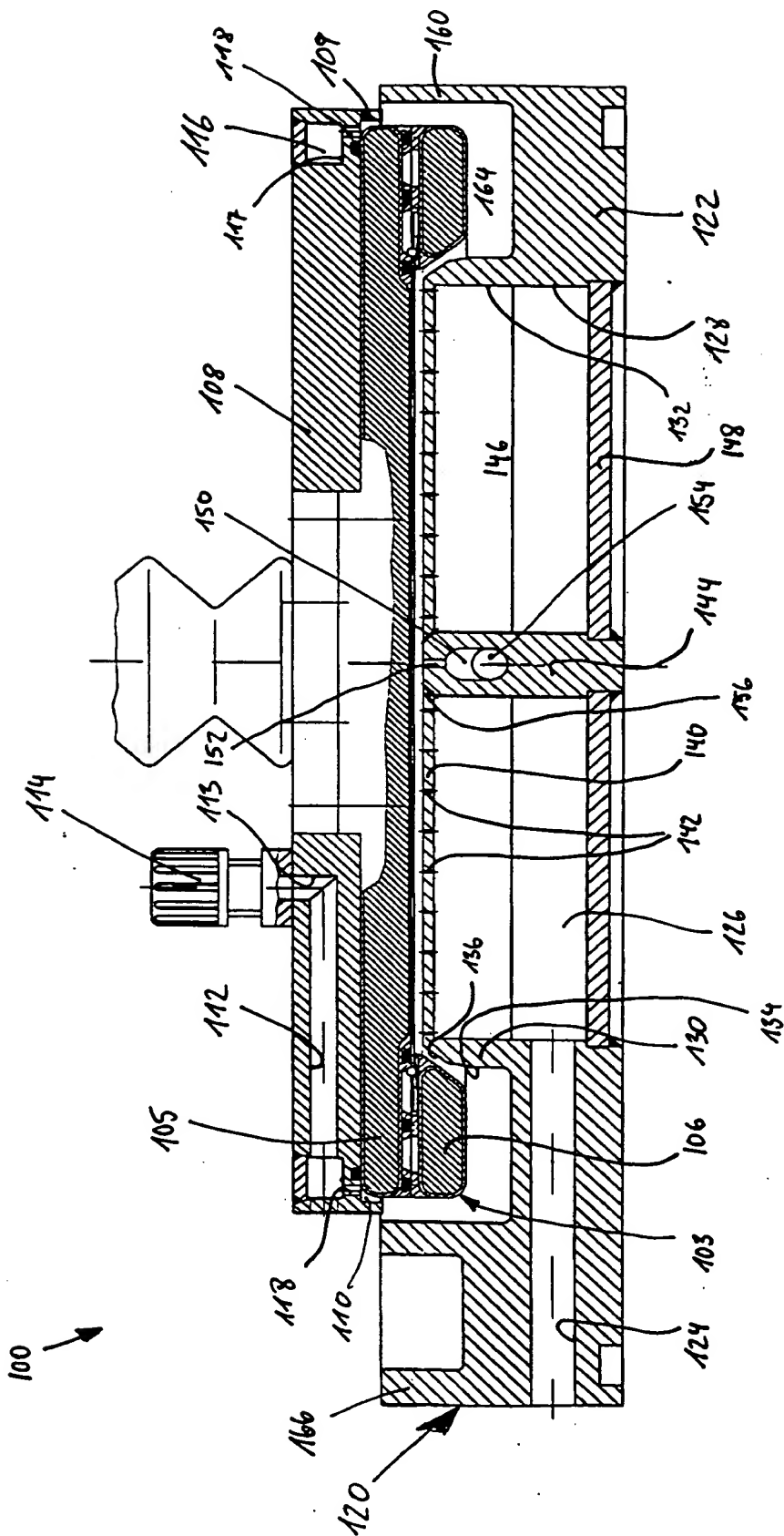
3/4 0110000

Fig. 5



3
0
1
1
0
0
0
0

Fig. 6



4/4



1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
300
301
302
303
304
305
306
307
308
309
310
311
312
313
314
315
316
317
318
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
330
331
332
333
334
335
336
337
338
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
350
351
352
353
354
355
356
357
358
359
360
361
362
363
364
365
366
367
368
369
370
371
372
373
374
375
376
377
378
379
380
381
382
383
384
385
386
387
388
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579
580
581
582
583
584
585
586
587
588
589
590
591
592
593
594
595
596
597
598
599
600
601
602
603
604
605
606
607
608
609
610
611
612
613
614
615
616
617
618
619
620
621
622
623
624
625
626
627
628
629
630
631
632
633
634
635
636
637
638
639
640
641
642
643
644
645
646
647
648
649
650
651
652
653
654
655
656
657
658
659
660
661
662
663
664
665
666
667
668
669
670
671
672
673
674
675
676
677
678
679
680
681
682
683
684
685
686
687
688
689
690
691
692
693
694
695
696
697
698
699
700
701
702
703
704
705
706
707
708
709
710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728
729
730
731
732
733
734
735
736
737
738
739
740
741
742
743
744
745
746
747
748
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
760
761
762
763
764
765
766
767
768
769
770
771
772
773
774
775
776
777
778
779
780
781
782
783
784
785
786
787
788
789
790
791
792
793
794
795
796
797
798
799
800
801
802
803
804
805
806
807
808
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
840
841
842
843
844
845
846
847
848
849
850
851
852
853
854
855
856
857
858
859
860
861
862
863
864
865
866
867
868
869
870
871
872
873
874
875
876
877
878
879
880
881
882
883
884
885
886
887
888
889
890
891
892
893
894
895
896
897
898
899
900
901
902
903
904
905
906
907
908
909
910
911
912
913
914
915
916
917
918
919
920
921
922
923
924
925
926
927
928
929
930
931
932
933
934
935
936
937
938
939
940
941
942
943
944
945
946
947
948
949
950
951
952
953
954
955
956
957
958
959
960
961
962
963
964
965
966
967
968
969
970
971
972
973
974
975
976
977
978
979
980
981
982
983
984
985
986
987
988
989
990
991
992
993
994
995
996
997
998
999
1000
1001
1002
1003
1004
1005
1006
1007
1008
1009
1010
1011
1012
1013
1014
1015
1016
1017
1018
1019
1020
1021
1022
1023
1024
1025
1026
1027
1028
1029
1030
1031
1032
1033
1034
1035
1036
1037
1038
1039
1040
1041
1042
1043
1044
1045
1046
1047
1048
1049
1050
1051
1052
1053
1054
1055
1056
1057
1058
1059
1060
1061
1062
1063
1064
1065
1066
1067
1068
1069
1070
1071
1072
1073
1074
1075
1076
1077
1078
1079
1080
1081
1082
1083
1084
1085
1086
1087
1088
1089
1090
1091
1092
1093
1094
1095
1096
1097
1098
1099
1100
1101
1102
1103
1104
1105
1106
1107
1108
1109
1110
1111
1112
1113
1114
1115
1116
1117
1118
1119
1120
1121
1122
1123
1124
1125
1126
1127
1128
1129
1130
1131
1132
1133
1134
1135
1136
1137
1138
1139
1140
1141
1142
1143
1144
1145
1146
1147
1148
1149
1150
1151
1152
1153
1154
1155
1156
1157
1158
1159
1160
1161
1162
1163
1164
1165
1166
1167
1168
1169
1170
1171
1172
1173
1174
1175
1176
1177
1178
1179
1180
1181
1182
1183
1184
1185
1186
1187
1188
1189
1190
1191
1192
1193
1194
1195
1196
1197
1198
1199
1200
1201
1202
1203
1204
1205
1206
1207
1208
1209
1210
1211
1212
1213
1214
1215
1216
1217
1218
1219
1220
1221
1222
1223
1224
1225
1226
1227
1228
1229
1230
1231
1232
1233
1234
1235
1236
1237
1238
1239
1240
1241
1242
1243
1244
1245
1246
1247
1248
1249
1250
1251
1252
1253
1254
1255
1256
1257
1258
1259
1260
1261
1262
1263
1264
1265
1266
1267
1268
1269
1270
1271
1272
1273
1274
1275
1276
1277
1278
1279
1280
1281
1282
1283
1284
1285
1286
1287
1288
1289
1290
1291
1292
1293
1294
1295
1296
1297
1298
1299
1300
1301
1302
1303
1304
1305
1306
1307
1308
1309
1310
1311
1312
1313
1314
1315
1316
1317
1318
1319
1320
1321
1322
1323
1324
1325
1326
1327
1328
1329
1330
1331
1332
1333
1334
1335
1336
1337
1338
1339
1340
1341
1342
1343
1344
1345
1346
1347
1348
1349
1350
1351
1352
1353
1354
1355
1356
1357
1358
1359
1360
1361
1362
1363
1364
1365
1366
1367
1368
1369
1370
1371
1372
1373
1374
1375
1376
1377
1378
1379
1380
1381
1382
1383
1384
1385
1386
1387
1388
1389
1390
1391
1392
1393
1394
1395
1396
1397
1398
1399
1400
1401
1402
1403
1404
1405
1406
1407
1408
1409
1410
1411
1412
1413
1414
1415
1416
1417
1418
1419
1420
1421
1422
1423
1424
1425
1426
1427
1428
1429
1430
1431
1432
1433
1434
1435
1436
1437
1438
1439
1440
1441
1442
1443
1444
1445
1446
1447
1448
1449
1450
1451
1452
1453
1454
1455
1456
1457
1458
1459
1460
1461
1462
1463
1464
1465
1466
1467
1468
1469
1470
1471
1472
1473
1474
1475
1476
1477
1478
1479
1480
1481
1482
1483
1484
1485
1486
1487
1488
1489
1490
1491
1492
1493
1494
1495
1496
1497
1498
1499
1500
1501
1502
1503
1504
1505
1506
1507
1508
1509
1510
1511
1512
1513
1514
1515
1516
1517
1518
1519
1520
1521
1522
1523
1524
1525
1526
1527
1528
1529
1530
1531
1532
1533
1534
1535
1536
1537
1538
1539
1540
1541
1542
1543
1544
1545
1546
1547
1548
1549
1550
1551
1552
1553
1554
1555
1556
1557
1558
1559
1560
1561
1562
1563
1564
1565
1566
1567
1568
1569
1570
1571
1572
1573
1574
1575
1576
1577
1578
1579
1580
1581
1582
1583
1584
1585
1586
1587
1588
1589
1590
1591
1592
1593
1594
1595
1596
1597
1598
1599
1600
1601
1602
1603
1604
1605
1606
1607
1608
1609
1610
1611
1612
1613
1614
1615
1616
1617
1618
1619
1620
1621
1622
1623
1624
1625
1626
1627
1628
1629
1630
1631
1632
1633
1634
1635
1636
1637
1638
1639
1640
1641
1642
1643
1644
1645
1646
1647
1648
1649
1650
1651
1652
1653
1654
1655
1656
1657
1658
1659
1660
1661
1662
1663
1664
1665
1666
1667
1668
1669
1670
1671
1672
1673
1674
1675
1676
1677
1678
1679
1680
1681
1682
1683
1684
1685
1686
1687
1688
1689
1690
1691
1692
1693
1694
1695
1696
1697
1698
1699
1700
1701
1702
1703
1704
1705
1706
1707
1708
1709
1710
1711
1712
1713
1714
1715
1716
1717
1718
1719
1720
1721
1722
1723
1724
1725
1726
1727
1728
1729
1730
1731
1732
1733
1734
1735
1736
1737
1738
1739
1740
1741
1742
1743
1744
1745
1746
1747
1748
1749
1750
1751
1752
1753
1754
1755
1756
1757
1758
1759
1760
1761
1762
1763
1764
1765
1766
1767
1768
1769
1770
1771
1772
1773
1774
1775
1776
1777
1778
1779
1780
1781
1782
1783
1784
1785
1786
1787
1788
1789
1790
1791
1792
1793
1794
1795
1796
1797
1798
1799
1800
1801
1802
1803
1804
1805
1806
1807
1808
1809
1810
1811
1812
1813
1814
1815
1816
1817
1818
1819
1820
1821
1822
1823
1824
1825
1826
1827
1828
1829
1830
1831
1832
1833
1834
1835
1836
1837
1838
1839
1840
1841
1842
1843
1844
1845
1846
1847
1848
1849
1850
1851
1852
1853
1854
1855
1856
1857
1858
1859
1860
1861
1862
1863
1864
1865
1866
1867
1868
1869
1870
1871
1872
1873
1874
1875
1876
1877
1878
1879
1880
1881
1882
1883
1884
1885
1886
1887
1888
1889
1890
1891
1892
1893
1894
1895
1896
1897
1898
1899
1900
1901
1902
1903
1904
1905
1906
1907
1908
1909
1910
1911
1912
1913
1914
1915
1916
1917
1918
1919
1920
1921
1922
1923
1924
1925
1926
1927
1928
1929
1930
1931
1932
1933
1934
1935
1936
1937
1938
1939
1940
1941
1942
1943
1944
1945
1946
1947
1948
1949
1950
1951
1952
1953
1954
1955
1956
1957
1958
1959
1960
1961
1962
1963
1964
1965
1966
1967
1968
1969
1970
1971
1972
1973
1974
1975
1976
1977
1978
1979
1980
1981
1982
1983
1984
1985
1986
1987
1988
1989
1990
1991
1992
1993
1994
1995
1996
1997
1998
1999
2000
2001
2002
2003
2004
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022
2023
2024
2025
2026
2027
2028
2029
2030
2031
2032
2033
2034
2035
2036
2037
2038
2039
2040
2041
2042
2043
2044
2045
2046
2047
2048
2049
2050
2051
2052
2053
2054
2055
2056
2057
2058
2059
2060
2061
2062
2063
2064
2065
2066
2067
2068
2069
2070
2071
2072
2073
2074
2075
2076
2077
2078
2079
2080
2081
2082
2083
2084
2085
2086
2087
2088
2089
2090
2091
2092
2093
2094
2095
2096
2097
2098
2099
2100
2101
2102
2103
2104
2105
2106
2107
2108
2109
2110
2111
2112
2113
2114
2115
2116
2117
2118
2119
2120
2121
2122
2123
2124
2125
2126
2127
2128
2129
2130
2131
2132
2133
2134
2135
2136
2137
2138
2139
2140
2141
2142
2143
2144
2145
2146
2147
2148
2149
2150
2151
2152
2153
2154
2155
2156
2157
2158
2159
2160
2161
2162
2163
2164
2165
2166
2167
2168
2169
2170
2171
2172
2173
2174
2175
2176
2177
2178
2179
2180
2181
2182
2183
2184
2185
2186
2187
2188
2189
2190
2191
2192
2193
2194
2195
2196
2197
2198
2199
2200
2201
2202
2203
2204
2205
2206
2207
2208
2209
2210
2211
2212
2213
2214
2215
2216
2217
2218
2219
2220
2221
2222
2223
2224
2225
2226
2227
2228
2229
2230
2231
2232
2233